

09 / 446875

4.00.92

PCT/NL 98/00371

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

19 AUG 1998

Bureau voor de Industriële Eigendom



**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 26 juni 1997 onder nummer 1006404,  
ten name van:

**BTG BIOMASS TECHNOLOGY GROUP B.V.**

te Enschede

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het thermisch behandelen van een koolstofhoudend materiaal bevattende,  
waterige oplossing en inrichting daarvoor."

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 4 augustus 1998.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom.  
voor deze,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "K.H. Korving".

K.H. Korving.

1006404

1006404

B. v. d. I. S.

27 JUNI 1997

SAMENVATTING

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het thermisch behandelen van te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof onder oplevering van een brandbaar gas. Volgens de uitvinding geschieft de omzetting van het koolstofhoudende materiaal tot brandbaar gas onvolledig, en wordt het nog niet omgezette koolstofhoudende materiaal geoxideerd door toevoer van zuurstof. De warmte die bij de oxidatie vrijkomt wordt benut voor het instandhouden van de vergassing.

7II

Werkwijze voor het thermisch behandelen van een koolstofhoudend materiaal bevattende, waterige oplossing en inrichting daarvoor

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkijze voor het thermisch behandelen van een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof, onder oplevering van een brandbaar gas.

5 Het is in het vak reeds geruime tijd bekend om koolstofhoudend materiaal, zoals kolen, in aanwezigheid van water bij verhoogde temperatuur en druk te vergassen. Hierbij wordt een suspensie van kolen in water sterk verhit, onder oplevering van een methaan-, koolmonoxide- en waterstofhoudend brandbaar gas.

10 De onderhavige uitvinding heeft tot doel de bekende werkijze te verbeteren, en in het bijzonder de energie-efficiency ervan. Daarenboven heeft de werkijze volgens de uitvinding tot doel de controle over het thermische behandeling te verbeteren.

15 De werkijze volgens de uitvinding omvat de stappen van:

20 i) het aan een reactor met een behandelingstraject toewoeren van de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof;

25 ii) het bij verhoogde temperatuur in aanwezigheid van water in het behandelingstraject vergassen van koolstofhoudend materiaal onder oplevering van een brandbaar gas en een aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

iii) het scheiden van het brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

30 iv) het toewoeren van een zuurstofomvattend gas aan de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof, waarbij zuurstof reageert met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte; en

v) het overdragen van de warmte aan te vergassen koolstofhoudend materiaal.

Volgens de uitvinding wordt een aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof gevormd. Na afscheiding van brandbaar gas wordt zuurstof aan deze vloeistof toegevoerd. Nog in de vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal wordt hierdoor verbrand, onder oplevering van warmte die wordt gebruikt om het vergassingsproces gaande te houden. De warmte komt daarbij vrij op een plaats waar de warmte efficiënt kan worden overgedragen. De werkwijze volgens de onderhavige uitvinding heeft tevens een zelfsturend karakter. Bijvoorbeeld, indien in eerste aanleg te weinig koolstofhoudend materiaal wordt vergast, blijft er meer koolstofhoudend materiaal over voor oxidatie en zal de temperatuurverhoging die daar het gevolg van is de vergassing bevorderen. Omgekeerd, indien teveel koolstofhoudend materiaal wordt vergast, blijft minder koolstofhoudend materiaal over voor oxidatie, en worden temperatuurexcursies voorkomen. Tenslotte wordt met de werkwijze volgens de uitvinding een althans nagenoeg volledige omzetting van al het oorspronkelijk aanwezige koolstofhoudende materiaal verzekerd.

Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm geschiedt het vergassen in stap ii) bij een temperatuur en druk gelijk aan of groter dan de kritische temperatuur en druk van water.

Bij kritische omstandigheden is er volledige menging tussen gevormd brandbaar gas en water, waardoor een goede warmteoverdracht aan nog te vergassen koolstofhoudend materiaal verzekerd is.

Volgens een verdere voorkeursuitvoeringsvorm worden voor het uitvoeren van stap iii) het te scheiden brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof uit de reactor gevoerd en afgekoeld onder oplevering van brandbaar gas en afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof.

Het verlagen van de temperatuur heeft tot gevolg dat het brandbare gas aan waterdamp wordt verarmd. Door het uit de reactor voeren wordt het mogelijk de scheiding bij verlaagde druk uit te voeren, waardoor desgewenst de opbrengst aan brandbaar gas kan worden verhoogd.

Een gunstige uitvoeringsvorm hiervan omvat het afkoelen in tegenstroom met afgekoelde, aan koolstofhoudend

materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof onder oplevering van opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof.

Aldus kan op energieuwige wijze de aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof in temperatuur worden verhoogd.

Volgens een zeer gunstige uitvoeringsvorm wordt het zuurstofomvattende gas in de opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof gebracht, zuurstof reageert met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte, welke warmte wordt afgestaan aan te vergassen van koolstofhoudend materiaal.

Door de verarmde vloeistof op te warmen alvorens zuurstof toe te voeren, kan doelmatige een zeer hoge temperatuur worden bereikt. Indien de verarmde vloeistof tot boven de kritische temperatuur en druk wordt verhit, kan de zuurstof op eenvoudige wijze volledig homogeen met de verarmde vloeistof worden gemengd.

Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm wordt het brandbare gas in een verbrandingsinrichting verbrand onder oplevering van elektriciteit en warmte.

Aldus wordt de energie-inhoud van het te vergassen koolstofhoudende materiaal, dat een afvalstof kan zijn, benut.

Volgens een zeer gunstige uitvoeringsvorm wordt de bij het verbranden vrijgekomen warmte benut voor het in tegenstroom verhitten van een te verwarmen vloeistofstroom.

Volgens een verdere uitvoeringsvorm wordt de warmte benut voor het in tegenstroom verhitten van afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof.

Door deze maatregelen wordt de energie-efficiency van de werkwijze volgens de uitvinding verder verbeterd.

Met de werkwijze volgens de uitvinding kan een verscheidenheid aan koolstofhoudende materialen worden vergast, zoals in water gesuspendeerde versnipperde biomassa, steenkool, of turf. Een interessante toepassing betreft het vergassen van drijfmest en in water gesuspendeerde mest.

Het met de werkwijze volgens de uitvinding behan-  
len van drijfmest of mest betekent enerzijds het benutten van  
de energie-inhoud ervan, en anderzijds worden problemen op  
het gebied van mestopslag, milieuverontreiniging en ziekte-  
verspreiding opgelost.

5

De uitvinding heeft tevens betrekking op een in-  
richting voor het toepassen van de werkwijze volgens de uit-  
vinding.

De inrichting voor het thermisch behandelen van een  
10 te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige  
vloeistof onder oplevering van een brandbaar gas en een aan  
te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende verarmde  
vloeistof, volgens de onderhavige uitvinding omvat een ver-  
gassingsreactor met een in hoofdzaak langwerpige eerste kamer  
15 en een in hoofdzaak langwerpige tweede kamer, de eerste kamer  
een toevoeropening voor de thermisch te behandelen te vergas-  
sen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof  
omvat, de eerste kamer en de tweede kamer van elkaar worden  
gescheiden door een warmtegeleidende wand, welke warmtegelei-  
20 dende wand een behandeltraject definieert waarlangs de te  
vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeij-  
stof en een door thermische behandeling aan te vergassen  
koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof na afscheiding  
van het brandbare gas in tegenstroom kunnen worden gevoerd,  
25 de inrichting verder middelen voor het scheiden van het  
brandbare gas en de door thermische behandeling aan koolstof-  
houdend materiaal verarmde vloeistof alsmede een afvoer voor  
het brandbare gas omvat, de tweede kamer verder is voorzien  
van een inlaatopening voor het via een leiding en door middel  
30 van een pomporganen onder verhoogde druk toevoeren van zuur-  
stofomvattend gas aan de van het brandbare gas afgescheiden,  
door thermisch behandeling aan koolstofhoudend materiaal  
verarmde vloeistof, en een uitlaatopening voor een aan een  
thermische behandeling en een oxidatie onderworpen vloeistof.

35

Een dergelijke inrichting maakt een energetisch  
efficiënte, zelfsturende thermische behandeling van te ver-  
gassen koolstofhoudend materiaalbevattende vloeistof moge-  
lijk.

Volgens een gunstige uitvoeringsvorm omvatten de middelen voor het scheiden van het brandbare gas en de door thermische behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof een warmtewisselaar.

5 Aldus kan het brandbare gas met verhoogde efficiëntie van de aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof worden afgescheiden.

10 Bij voorkeur omvat de inrichting volgens de uitvinding middelen voor het verbranden van het brandbare gas onder oplevering van elektriciteit en warmte.

Aldus kan, bijvoorbeeld uit een uit milieu-oogpunt lastig op te ruimen afvalstof zoals mest maar ook GFT, actief slib, bermgras enz., hoogwaardige energie worden verkregen.

15 Volgens een verdere gunstige uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de uitvinding, omvat de inrichting verder een warmtegeleidend oppervlak voor het aan ten minste één kamer overdragen van bij de verbranding vrijgekomen warmte.

20 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm omgeeft de eerste kamer in de lengterichting de tweede kamer in hoofdzaak en omgeeft het warmtegeleidende oppervlak in de lengterichting de eerste kamer in hoofdzaak.

Dergelijke inrichtingen zijn energetisch efficiënter.

25 De uitvinding zal thans worden toegelicht aan de hand van de volgende figuurbeschrijving en onder verwijzing naar de bijgaande tekening, waarbij

fig. 1 een schematische weergave is van een inrichting geschikt voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding is; en

30 fig. 2 een deel van een inrichting geschikt voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding schematisch weergeeft.

35 Thans wordt verwezen naar fig. 1, waarin een reactor 1 is weergegeven met een inlaat 2 voor een thermisch te behandelen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof. Deze vloeistof kan worden bereid in een vat 3 waarin water ( $H_2O$ ) wordt gebracht alsmede een koolstofhoudend materiaal C. Dit koolstofhoudende materiaal kan versnipperde biomassa, kolen, mest enz. zijn. Een oplossing of suspensie

van het koolstofhoudende materiaal in water wordt door middel van een pomp 4 via de inlaat 2 als de thermische te behandelen, koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof in de reactor gebracht. De inlaat 2 mondt uit in een langwerpige eerste kamer 5 welke door een warmtegeleidende wand 6 is afgescheiden van een tweede kamer 7. Althans een deel van het koolstofhoudende materiaal wordt in de eerste kamer 5 vergast onder oplevering van een mengsel van brandbaar gas en een aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof. Dit mengsel verlaat, in de hier weergegeven uitvoeringsvorm, de reactor 1 via uitlaat 8 en komt terecht in een warmtewisselaar 9, waarin het mengsel wordt afgekoeld. Dit afkoelen bevordert de scheiding tussen brandbaar gas en aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof. In vat 10 wordt de verarmde vloeistof gescheiden van het brandbare gas. Dit brandbare gas kan via een leiding 11 naar een inrichting 12 worden gevoerd, welke inrichting 12 geschikt is voor het opwekken van elektriciteit. De inrichting 12 kan een turbine omvatten, een verbrandingsmotor of, in combinatie met een reformer voor het verhogen van het waterstofgehalte in het gas, een brandstofcel.

De aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof uit vat 10 kan via de warmtewisselaar 9 worden opgewarmd en met behulp van pomp 13 onder verhoogde druk in de tweede kamer 7 worden gebracht.

Een zuurstofhoudend gas, zoals bij voorkeur lucht, wordt via een pomp 14 en inlaat 15 in de tweede kamer 7 gebracht. De zuurstof reageert met nog in de verarmde vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte. Deze warmte wordt via de warmtegeleidende wand 6 aan de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof overgedragen. Bij voorkeur heersen in de tweede kamer nabij de inlaat 15 superkritische omstandigheden, waardoor de menging van zuurstof met aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof op een eenvoudige wijze homogeen geschiedt.

Het verschaffen van de voor vergassing benodigde energie door oxidatie van overgebleven koolstofhoudend materiaal levert een in hoge mate zelfgecontroleerd thermisch behandelingsproces op.

De aan een oxidatie door zuurstof onderworpen en daardoor in wezen geen (oxideerbaar) koolstofhoudend materiaal meer bevattende vloeistof beweegt in tegenstroom met de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof, en staat aldus efficiënt warmte af. De afgekoelde, in wezen koolstofhoudend materiaalvrije vloeistof verlaat de reactor 1 via uitlaat 16 en komt, in de weergegeven uitvoeringsvorm, in een vat 17 waar schoon water, dat kan worden afgevoerd of worden gebruikt voor het bereiden van een koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof, en inerte gassen, zoals bij de oxidatie gevormd kooldioxide en eventueel stikstofgas, worden gescheiden.

Met voordeel bevat de thermisch te behandelen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof een katalysator die de vorming van brandbaar gas bevordert. Deze katalysator kan de vorm hebben van een ion of een edelmetaaldeeltje, dat, indien het schone water uit vat 17 weer wordt gebruikt voor het bereiden van suspensie, in een of meer malen in kringloop kan worden gehouden, totdat het schone water teveel uit koolstofhoudend uitgangsmateriaal afkomstige anorganische zouten bevat en geheel of gedeeltelijk moet worden afgevoerd of opgewerkt.

Desgewenst omvat de inrichting volgens de uitvinding ook middelen (niet weergegeven) voor het benutten van de drukenergie. Deze kan hetzij worden benut voor het opwekken van elektriciteit, hetzij voor het vergemakkelijken van de terugvoer van aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof in de reactor 1, in het bijzonder in tweede kamer 7 daarvan. Zo kan voor het terugvoeren in de tweede kamer 7 bijvoorbeeld drukenergie van het gas dat het vat 10 verlaat worden gebruikt. Ook de drukenergie van de vloeistof die het vat 17 verlaat kan worden benut voor het verlichten van de arbeid van pomp 4 of voor het opwekken van elektriciteit.

Een alternatieve uitvoeringsvorm van een inrichting volgens de uitvinding geschikt voor de werkwijze volgens de uitvinding is schematisch weergegeven in fig. 2. Het hiervoor beschreven mengsel dat de uitlaat 8 verlaat wordt in warmte-wisselaar 9 afgekoeld. De hierbij vrijkomende warmte-energie wordt benut voor het opwarmen van thermisch te behandelen

koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof in warmtewisselaar 9'. Warmtewisselaar 9 en 9' zijn met voordeel dezelfde warmtewisselaar. Het afgekoelde mengsel, dat een hoge druk bezit, kan worden geëxpandeerd over een turbine 19, waardoor elektrische energie kan worden opgewekt. Het gas kan vervolgens, onder toevoer van een zuurstofomvattend gas, gebruikelijk lucht, worden verbrand. Dit kan in een tweede turbine 20 geschieden, onder oplevering van warmte en elektriciteit. De nog hete verbrandingsgassen uit de turbine 20 worden, in de weergegeven uitvoeringsvorm, benut voor het in tegenstroom verhitten, in een warmtewisselaar 21, van aan koolstof verarmde vloeistof uit vat 10. Deze vloeistof wordt met behulp van een pomp 22 in de tweede kamer 7 gebracht. Tussen het vat 10 en de turbine 19 kan een warmtewisselaar 23 zijn geplaatst voor het opwarmen van uit het vat 10 afkomstig brandbaar gas, waardoor de druk en daarmee het rendement over turbine 19 verder kan worden verhoogd. De benodigde warmte is met voordeel afkomstig van de stroom die via warmtewisselaar 23', die met voordeel dezelfde is als warmtewisselaar 23, de tweede kamer 7 verlaat.

De verbrandingsgassen kunnen, binnen het kader van de onderhavige uitvinding, ook worden toegevoerd aan een verdere inrichting voor het thermisch behandelen van een vloeistof, zoals een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende vloeistof, welke inrichting beschikt over een de warmte geleidende scheidingswand tussen een eerste kamer en een tweede kamer, alsmede een warmtegeleidend oppervlak voor het overdragen van warmte van verbrandingsgas op koudere vloeistof.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het thermisch behandelen van een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof, onder oplevering van een brandbaar gas, welke werkwijze de stappen omvat van:

5                   i) het aan een reactor met een behandelingstraject toevoeren van de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof;

10                ii) het bij verhoogde temperatuur in aanwezigheid van water in het behandelingstraject vergassen van koolstofhoudend materiaal onder oplevering van een brandbaar gas en een aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

15                iii) het scheiden van het brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

20                iv) het toevoeren van een zuurstofomvattend gas aan de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof, waarbij zuurstof reageert met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte; en

25                v) het overdragen van de warmte aan te vergassen koolstofhoudend materiaal.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat het vergassen in stap ii) geschieft bij een temperatuur en druk gelijk aan of groter dan de kritische temperatuur en druk van water.

30                3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, **met het kenmerk**, dat voor het uitvoeren van stap iii) het te scheiden brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof uit de reactor worden gevoerd en worden afgekoeld onder oplevering van brandbaar gas en afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof.

35                4. Werkwijze volgens conclusie 3, **met het kenmerk**, dat het afkoelen in tegenstroom geschieft met afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof onder oplevering van opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof.

5. Werkwijze volgens conclusie 3 of 4, **met het kenmerk**, dat het zuurstofomvattende gas in de opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof wordt gebracht, zuurstof met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal reageert onder oplevering van warmte, welke warmte wordt afgestaan aan te vergassen van koolstofhoudend materiaal.

10 6. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat het brandbare gas in een verbrandingsinrichting wordt verbrand onder oplevering van elektriciteit en warmte.

15 7. Werkwijze volgens conclusie 6, **met het kenmerk**, dat de bij het verbranden vrijgekomen warmte wordt benut voor het in tegenstroom verhitten van een te verwarmen vloeistofstroom.

20 8. Werkwijze volgens conclusie 6 of 7, **met het kenmerk**, dat de warmte wordt benut voor het in tegenstroom verhitten van afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof.

25 9. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof wordt gekozen uit de groep van drijfmest en in water gesuspendeerde mest.

30 10. Inrichting voor het thermisch behandelen van een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof onder oplevering van een brandbaar gas en een aan te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende verarmde vloeistof, welke inrichting een vergassingsreactor omvat met een in hoofdzaak langwerpige eerste kamer en een in hoofdzaak langwerpige tweede kamer, de eerste kamer een toevoeropening voor de thermisch te behandelen te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof omvat, de eerste kamer en de tweede kamer van elkaar worden gescheiden door een warmtegeleidende wand, welke warmtegeleidende wand een behandelaject definieert waarlangs de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof en een door thermische behandeling aan te vergassen koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof na afscheiding van het brandbare gas in tegenstroom kunnen worden gevoerd, de inrichting verder

middelen voor het scheiden van het brandbare gas en de door thermische behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof alsmede een afvoer voor het brandbare gas omvat, de tweede kamer verder is voorzien van een inlaatopening voor 5 het via een leiding en door middel van een pomporgaan onder verhoogde druk toevoeren van zuurstofomvattend gas aan de van het brandbare gas afgescheiden, door thermisch behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof, en een uit-10 laatopening voor een aan een thermische behandeling en een oxidatie onderworpen vloeistof.

11. Inrichting volgens conclusie 10, **met het kenmerk**, dat de middelen voor het scheiden van het brandbare gas en de door thermische behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof een warmtewisselaar omvatten.

15 12. Inrichting volgens conclusie 10 of 11, **met het kenmerk**, dat de inrichting middelen omvat voor het verbranden van het brandbare gas onder oplevering van elektriciteit en warmte.

20 13. Inrichting volgens conclusie 12, **met het kenmerk**, dat de inrichting verder een warmtegeleidend oppervlak omvat voor het aan ten minste één kamer overdragen van bij de verbranding vrijgekomen warmte.

25 14. Inrichting volgens conclusie 13, **met het kenmerk**, dat de eerste kamer de tweede kamer in de lengterichting in hoofdzaak omgeeft, en het warmtegeleidende oppervlak de eerste kamer in de lengterichting in hoofdzaak omgeeft.

1006404

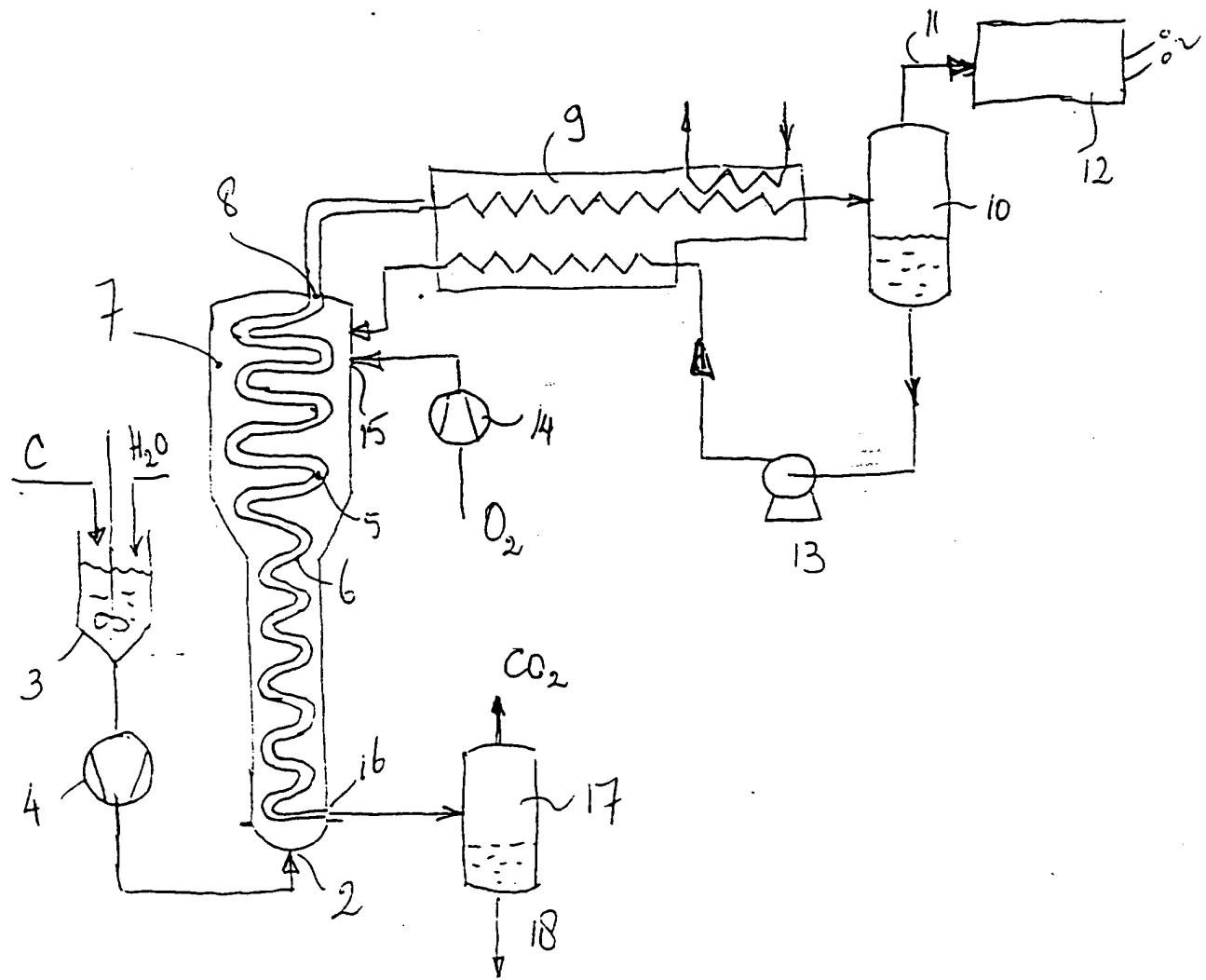


Fig. 1

gIIA

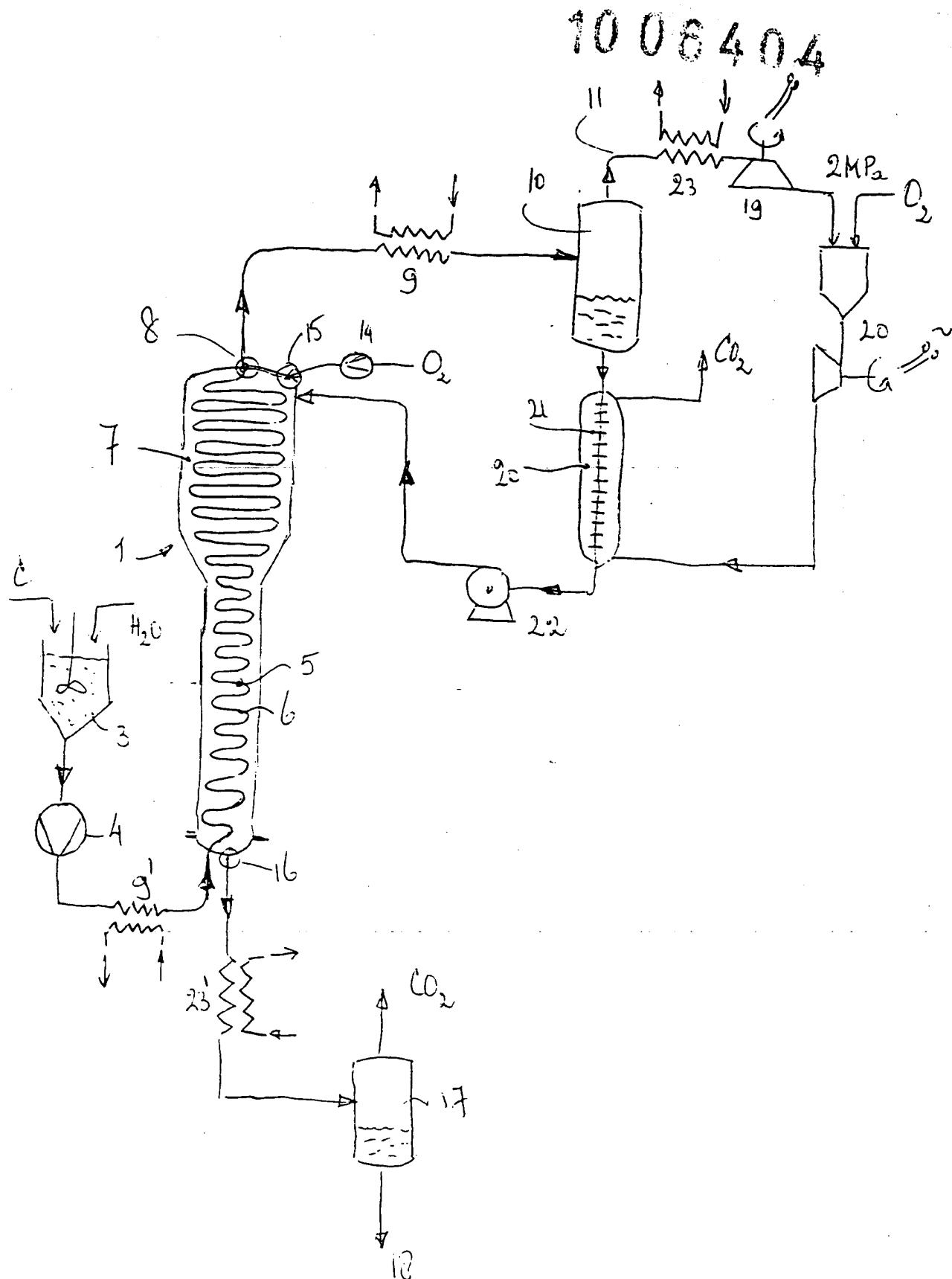


Fig. 2

9  $\pi$  b

